

# Monitoring workpiece during transport and/or manufacturing process involves detecting failure of workpiece agent associated with workpiece, another agent taking over monitoring

**Publication number:** DE19935320 (A1)

**Publication date:** 2001-02-08

**Inventor(s):** SCHOOP RONALD [DE]; NEUBERT RALF [DE]; TIETZE ECKART [DE] +

**Applicant(s):** SCHNEIDER AUTOMATION GMBH [DE] +

**Classification:**

**- international:** **B23Q41/02; G05B19/418; B23Q41/02; G05B19/418;** (IPC1-7): B23Q41/00; B65G37/02; G05B19/418

**- European:** B23Q41/02; G05B19/418D; G05B19/418P

**Application number:** DE19991035320 19990728

**Priority number(s):** DE19991035320 19990728

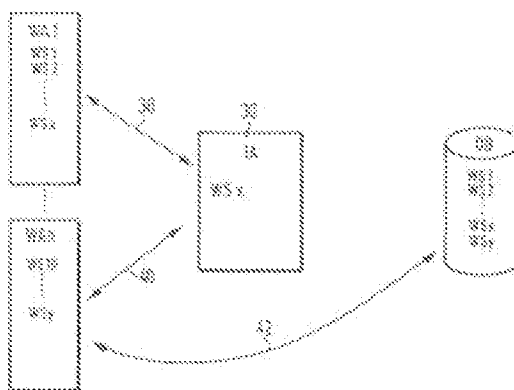
**Also published as:**

FR2797333 (A1)

US6671569 (B1)

## Abstract of DE 19935320 (A1)

The method involves the use of at least one workpiece agent associated with the workpiece (WSx), detecting the failure of a workpiece agent (WA1-Wan) associated with a workpiece and another agent taking over monitoring of the workpiece. Workpiece-specific data on the workpiece taken over are held in the agent and/or in a database (DB) and are transferred into workpiece agents.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 35 320 A 1

51 Int. Cl. 7:  
G 05 B 19/418  
B 23 Q 41/00  
B 65 G 37/02

21 Aktenzeichen: 199 35 320.4  
22 Anmeldetag: 28. 7. 1999  
43 Offenlegungstag: 8. 2. 2001

DE 199 35 320 A 1

71 Anmelder:  
Schneider Automation GmbH, 63500 Seligenstadt, DE  
  
74 Vertreter:  
Stoffregen, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
63450 Hanau

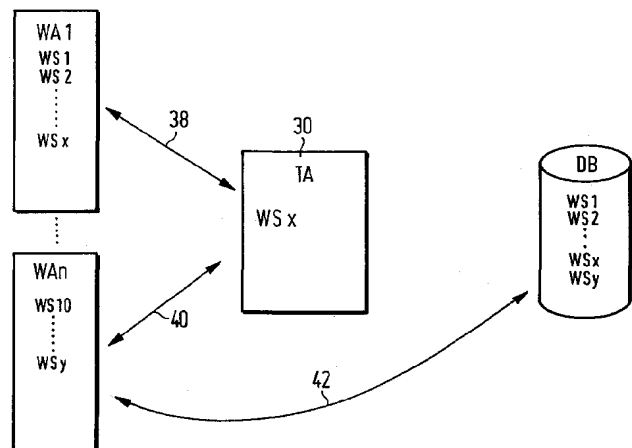
72 Erfinder:  
Schoop, Ronald, Dr. Dr.-Ing., 63512 Hainburg, DE;  
Neubert, Ralf, Dipl.-Ing., 63741 Aschaffenburg, DE;  
Tietze, Eckart, Dipl.-Ing., 63500 Seligenstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Überwachung eines Werkstückes während eines Transport- und/oder Fertigungsprozesses

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung eines Werkstückes (WSx) während eines Transport- und/oder Fertigungsprozesses mit zumindest einem dem Werkstück zugeordneten Werkstückagenten (WA1...WAn). Damit einerseits die Ausfallsicherheit des Prozesses erhöht und andererseits die Aufnahme neuer Werkstücke in den Prozess erleichtert wird, ist vorgesehen, dass der Ausfall eines einem Werkstück (WSx) zugeordneten Werkstückagenten (WA1...WAn) erkannt wird, dass die Überwachung des Werkstücks (WSx) von einem weiteren Werkstückagenten (WAK) übernommen wird, wobei werkstückspezifische Daten des übernommenen Werkstücks (WSx) in dem die Überwachung übernehmenden Werkstückagenten (WAK) und/oder in einer Datenbank enthalten sind und in den Werkstückagenten übertragen werden.



DE 199 35 320 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung eines Werkstückes während eines Transport- und/oder Fertigungsprozesses mit zumindest einem dem Werkstück zugeordneten Werkstückagenten.

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren bekannt, wonach eine feste Zuordnung zwischen Werkstückagent und Werkstück vorgesehen ist. Bei Ausfall eines Werkstückagenten gerät der Werkstückfluss außer Kontrolle, so dass das Werkstück aus dem Transport- und/oder Fertigungsvorgang entnommen werden muss. Eine feste Zuordnung zwischen Werkstückagent und Werkstück verhindert auch die Neuaufnahme unbekannter Werkstücke in den Transport- und/oder Fertigungsprozess. Hierzu ist nach dem Stand der Technik stets erforderlich, einen neuen Werkstückagenten zu definieren.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der zuvor genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass einerseits die Ausfallsicherheit des Transport- und/oder Fertigungsprozesses erhöht und andererseits die Aufnahme neuer Werkstücke in den Transport- und/oder Fertigungsprozess erleichtert wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß unter anderem dadurch gelöst, dass der Ausfall eines einem Werkstück zugeordneten Werkstückagenten erkannt wird, dass die Überwachung des Werkstücks von einem weiteren Werkstückagenten übernommen wird, wobei werkstückspezifische Daten des übernommenen Werkstücks in dem die Überwachung übernehmenden Werkstückagenten und/oder in einer Datenbank enthalten sind und in den Werkstückagenten übertragen werden.

Im Gegensatz zum Stand der Technik erfolgt keine feste Zuordnung zwischen Werkstückagent und Werkstück. Bei Ausfall eines Werkstückagenten kann die Überwachung des Werkstücks durch einen weiteren Werkstückagenten übernommen werden, ohne dass dadurch der Transport- und/oder Fertigungsprozess gestört wird. Insbesondere wird die Ausfallsicherheit des gesamten Produktionssystems verbessert.

Bei einer bevorzugten Verfahrensweise ist vorgesehen, dass mehrere Werkstücke von einem Werkstückagenten überwacht werden, wobei werkstückspezifische Daten in dem jeweiligen Werkstückagenten abgelegt sind, dass der Ausfall des Werkstückagenten von einem Transportagenten erkannt wird, der eigenständig einen funktionsbereiten weiteren Werkstückagenten zur Überwachung des Werkstückes auswählt und dass der weitere Werkstückagent überprüft, ob werkstückspezifische Daten des zu überwachenden Werkstückes abgelegt sind und bei fehlenden werkstückspezifischen Daten eine Verbindung zu einer Datenbank und/oder einem Datenträger hergestellt wird, um die darin gespeicherten werkstückspezifischen Daten zu lesen.

Im Normalfall wird das Werkstück während des gesamten Transport- bzw. Fertigungsprozesses von einem Werkstückagenten betreut. Dieser kommuniziert mit einem Transportagenten, um einen optimalen Transportweg zu einem gewünschten Ziel einzustellen. Unterbricht die Kommunikation zwischen Werkstückagent und Transportagent z. B. durch Ausfall des Werkstückagenten oder durch Ausfall der Kommunikationsverbindung, nimmt der Transportagent eigenständig Kontakt mit einem weiteren Werkstückagenten auf, damit dieser die Kontrolle über das zu bearbeitende Werkstück im folgenden Prozess übernimmt.

Bei einer besonders bevorzugten Verfahrensweise ist vorgesehen, dass der die Kontrolle übernehmende Werkstückagent Verbindung mit einer Datenbank aufnimmt, um werkstückspezifische Daten zu erhalten, die für die weiteren Be-

arbeitungsschritte des Werkstückes notwendig sind. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die werkstückspezifischen Daten in einem Datenträger wie Speicherbaustein oder Magnetcodierung enthalten sind, der dem Werkstück zugeordnet ist, d. h. entweder direkt mit dem Werkstück verbunden oder an einem das Werkstück tragenden Werkstückträger vorgesehen ist.

Vorzugsweise wählt der Transportagent einen Werkstückagenten nach dem Zufallsprinzip aus.

Nach einer Verfahrensweise mit eigenständigem Erfindungscharakter wird ein in den Transport- und/oder Fertigungsprozess neu eingeführtes Werkstück von einem Transportagenten erfasst und registriert, wobei der Transportagent einen Werkstückagenten auswählt, der die Überwachung des Werkstückes übernehmen soll und wobei der Werkstückagent die dem neuen Werkstück entsprechenden werkstückspezifischen Daten aus einer Datenbank entnimmt und/oder die werkstückspezifischen Daten aus einem mit dem Werkstück gekoppelten Datenträger erhält.

Durch diese Maßnahme wird der Transport- und/oder Fertigungsprozess sehr flexibel, da beliebige Werkstücke in den Prozess eingebunden werden können, ohne dass es einer aufwendigen Rekonfigurierung der Gesamtanlage bedarf.

Erfindungsgemäß ist jeder Werkstückagent derart aufgebaut, dass dieser eine Steuereinheit aufweist, der mehrere Einheiten wie Transportagent-Thread, Werkstückagent-Thread und Maschinenagent-Thread steuert, wobei unter "Thread" die kleinste Verarbeitungseinheit eines Anwenderprogramms bzw. eines Betriebssystems verstanden wird. Damit eine einfache Rekonfiguration des Prozesses möglich ist, kommunizieren die Agenten miteinander und initialisieren sich selbst.

Vorzugsweise sind die Agenten als Hard- und/oder Software-Bausteine in einer speicherprogrammierbaren Steuerung implementiert. Zur Kommunikation mit anderen PC-basierten Einheiten ist ein DCOM-Interface vorgesehen.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen – für sich und/oder in Kombination –, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispiels.

Es zeigen:

**Fig. 1** einen Ausschnitt aus einem Produktionssystem in schematischer Darstellung,

**Fig. 2** einen schematischen Verfahrensablauf bei Ausfall eines Werkstückagenten,

**Fig. 3** einen schematischen Verfahrensablauf bei Aufnahme eines unbekannten Werkstückes,

**Fig. 4** eine schematische Darstellung einer Schnittstelle zwischen einem Maschinenagenten und einer speicherprogrammierbaren Steuerung für eine Bearbeitungsmaschine und

**Fig. 5** eine Vorrichtung zum Umsetzen von Werkstücken zwischen verschiedenen Transportbahnen.

**Fig. 1** zeigt einen Ausschnitt aus einem Produktionssystem **10** in schematischer Darstellung. Das Produktionssystem **10** umfasst Maschinen **12**, den Maschinen zugeordnete Maschinenagenten **14**, Werkstücke **16**, **16'**, den Werkstücken zugeordnete Werkstückagenten **18** sowie Transportmittel **20**, **22**, **24**, **26**, **28** zum Transportieren der Werkstücke **16**, **16'** zwischen den Maschinen **12**. Den Transportmitteln sind Transportagenten **30** zugeordnet.

Das Transportmittel **20** ist als Verschiebeeinheit, insbesondere als Verschiebetisch, Drehtisch oder als Rotations-element wie Revolvertrommel ausgebildet, um den Werkstücken **16**, **16'** den Wechsel zwischen den weiteren als Transportbahnen ausgebildeten Transportmitteln **22**, **28** zu

ermöglichen. Die Transportbahnen 22 bis 28 sind als Rollbahnen ausgebildet, wobei die Transportbahnen 26, 28 am Rande angeordnet und in Produktionsrichtung angetrieben sind und die Transportbahnen 22, 24 entgegengesetzt zur Produktionsrichtung und damit entgegengesetzt zur Laufrichtung der Transportbahnen 26, 28, angetrieben sind. Des Weiteren ist eine Übergabeeinrichtung 32 vorgesehen, die die Maschinen 12 beispielsweise mit der Transportbahn 28 verbindet.

Das Werkstück 16, 16' wird während eines gesamten Fertigungsprozesses durch den Werkstückagenten 18 betreut. Sobald das Werkstück 16, 16' in das Produktionssystem 10 eingeschleust wird, erfolgt über eine nicht näher dargestellte Sensorik eine Identifizierung des Werkstückes, die in dem Werkstückagenten 18 abgelegt wird. An einem bestimmten Werkstücktyp wie z. B. Vier- oder Sechszylindermotorblock sind verschiedene Bearbeitungen durchzuführen, die der Werkstückagent 18 bei der Identifizierung erkennt. Im weiteren Fertigungsverlauf sorgt der Werkstückagent dafür, dass alle notwendigen Bearbeitungen an dem Werkstück erbracht werden. Insbesondere prüft der Werkstückagent die Verfügbarkeit von Bearbeitungsmaschinen 12, ermittelt die günstigste Bearbeitungsmaschine und veranlasst den Transport zu dieser Maschine.

Sobald das Werkstück 16 von dem Werkstückagenten 18 betreut wird, kommuniziert dieser mit dem den Maschinen 12 zugeordneten Maschinenagenten 14, die dem Werkstückagenten den jeweiligen Bearbeitungsstand übermitteln. Anschließend wählt der Werkstückagent 18 aus den erhaltenen Angeboten unter Berücksichtigung des jeweiligen Füllgrades der angesprochenen Maschinen 12 die günstigste aus.

Die Verschiebeeinheit 20 wird durch den Transportagenten 30 betreut. Der Transportagent ist in der Lage, selbstständig die Verschiebeeinheit 20 zu steuern. Wird das Werkstück 16 über das Transportband 26 in Produktionsrichtung zu der Verschiebeeinheit 20 transportiert, wird dieses an einem Eingang E2 gestoppt und von einem Sensor 34 erfasst.

In einem ersten Verfahrensschritt V1 beauftragt der Werkstückagent 18 den Transportagenten 30, das Werkstück 16 zu einer gewünschten Zielmaschinenadresse zu transportieren. Hierzu ist anzumerken, dass erfindungsgemäß jedem Transportagenten 30 eine bestimmte Maschinenadresse Mn zugeordnet ist. Alle weiteren Maschinen 12 erhalten entweder aufsteigende Maschinenadressen  $M(n+x)$  bzw. abfallende Maschinenadressen  $M(n-x)$ . Dies bedeutet, dass jeweils eine Maschine 12 mit einer bestimmten Maschinenadresse Mn mit dem zugehörigen Transportagenten 30 und der Verschiebeeinheit 20 eine lokale Einheit bilden.

In einem zweiten Verfahrensschritt V2 wird der Transportauftrag in einer Auftragsliste 36 abgelegt und entsprechend der Reihenfolge der Auftragseingänge abgearbeitet. Anschließend quittiert der Transportagent 30 den Transportauftrag und sendet ein Quittiersignal zu dem Werkstückagenten 18 zurück (Verfahrensschritt V3). In einem Verfahrensschritt V4 entscheidet der Transportagent 30 autonom über einen bestimmten Zielausgang, zu dem das an dem Eingang E2 anliegende Werkstück 16 zu verschieben ist, um auf optimalem Weg die Zielmaschinenadresse Mz zu erreichen. Dabei wird die gewünschte Zielmaschinenadresse Mz mit der lokalen Maschinenadresse Mn des Transportagenten 30 verglichen, und in Abhängigkeit des Vergleichs der gewünschten Zielausgang bestimmt. Entspricht die Zielmaschinenadresse Mz der lokalen Maschinenadresse Mn, wird das Werkstück 16' zu dem Ausgang A1 transportiert und gelangt über das Transportband 28 zu der Übergabeeinheit 32 und kann zu der Zielmaschinenadresse  $Mz = Mn$  ausgeschleust werden. Ist die Zielmaschinenadresse Mz kleiner als die lokale Maschinenadresse Mn, d. h.  $Mz = M(n-x)$ , wird das

Werkstück 16' entgegen der Produktionsrichtung transportiert, d. h. zu einem der Ausgänge A3 bzw. A4 verschoben. Sollte die gewünschte Zielmaschinenadresse Mz größer sein als die lokale Maschinenadresse Mn, d. h.  $Mz = M(n+x)$  wird das Werkstück 16' in Produktionsrichtung verschoben, d. h. zu den Ausgängen A1 oder A2. Alle Maschinen des Produktionssystems 10 sind in aufsteigender Reihenfolge der Maschinenadresse Mn angeordnet, wobei die Maschinenadresse Mn in Produktionsrichtung ansteigend ist.

Nachdem der Transportagent 30 einen Zielausgang definiert hat, wird ein in den Transportagenten implementiertes Verschiebeprogramm gestartet (Verfahrensschritt V5), so dass der Verschiebeauftrag durchgeführt werden kann.

Das Werkstück 16' wird an den gewünschten Zielausgang (im dargestellten Ausführungsbeispiel A4) ausgeschleust und über die Transportbahn 22 in entgegengesetzter Produkteinrichtung transportiert (Verfahrensschritt V6).

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass das Produktionssystem 10 leicht änderbar ist, da lokale Veränderungen wie z. B. Entfernen und Hinzufügen von Maschinen nur lokal konfiguriert werden müssen.

Beim Ausfall der Maschine 12 mit der Maschinenadresse Mn muss beispielsweise nur der Transportagent 30 rekonfiguriert werden. Die die Werkstücke 16 betreuenden Werkstückagenten werden von der Rekonfiguration nicht beeinflusst, da diese nur die zugehörigen Zielmaschinenadressen Mz der von ihnen betreuten Werkstücke kennen. Es ist daher nicht notwendig, dass die globale Topologie des Produktionssystems 10 in jedem Werkstückagenten abgespeichert ist. Auch besteht nicht die Notwendigkeit, dass der Transportagent sämtliche Maschinenadressen kennt; denn auch die Transportagenten 30 können selbst entscheiden, welche Maschinenadresse  $M(n+x)$  bzw.  $M(n-x)$  für den jeweils gewünschten Bearbeitungsschritt optimal ist.

Fig. 2 zeigt rein schematisch einen Verfahrensablauf bei Ausfall eines Werkstückagenten als vorteilhafte Weiterbildung des Produktionssystems 10 gemäß Fig. 1. Erfindungsgemäß sind mehrere Werkstückagenten WA1 . . . . . WAn vorgesehen, die mit dem oder den Transportagenten 30 kommunizieren. Es erfolgt keine feste Zuordnung zwischen den Werkstückagenten und den zu kontrollierenden Werkstücken, sondern den Werkstückagenten WA1 . . . . . WAn sind jeweils eine Vielzahl von Werkstücken WS1 . . . . . WSx bzw. WS10 . . . . . WSy zugeordnet. Beispielsweise erteilt der Werkstückagent WA1 über eine Kommunikationsverbindung 38 dem Transportagenten 30 den Auftrag, das Werkstück WSx zu verschieben.

Bei fehlerhafter Datenkommunikation, sei es durch einen Leitungsbruch oder durch einen Ausfall des Werkstückagenten WA1, würde das Werkstück WSx beim Verfahren nach dem Stand der Technik keine weitere Kontrolle bzw. Betreuung erhalten. Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, dass der Transportagent 30 eine Kommunikationsverbindung 40 mit einem der weiteren Werkstückagenten WA2 . . . . . WAn aufnimmt. Diese Kontaktaufnahme und Auswahl erfolgt vorzugsweise nach dem Zufallsprinzip. Der ausgewählte Werkstückagent prüft, ob die werkstückspezifischen Daten des Werkstückes WSx in seiner Speichereinheit enthalten sind. Wird beispielsweise der Werkstückagent WAn ausgewählt und festgestellt, dass keine werkstückspezifischen Daten WSx in dem Werkstückagenten WAn enthalten sind, wird durch eine weitere Kommunikationsverbindung 42 eine Verbindung zwischen dem Werkstückagenten WAn und einer Werkstückdatenbank DB hergestellt, in der sämtliche werkstückspezifischen Daten abgelegt sind.

Schließlich werden die zu dem Werkstück WSx gehörenden Daten in den Werkstückagenten WAn abgelegt, so dass

dieser Werkstückagent für die restliche Bearbeitungszeit des Werkstücks WSx verantwortlich ist. Der Werkstückagent WA1 wird bezüglich des Werkstücks WSx abgemeldet.

Diese Verfahrensweise zeichnet sich dadurch aus, dass Ausfälle von Werkstückagenten WA 1 . . . WAn sicher abgefangen werden. Insbesondere hat der Ausfall eines Werkstückagenten keinen Einfluß auf das Gesamtverhalten des Produktionssystems 10.

Fig. 3 zeigt einen schematischen Verfahrensablauf bei Aufnahme eines neuen, d. h. dem System 10 zuvor unbekannten Werkstückes WSu. Zunächst wird das unbekannte Werkstück WSu von einer Sensorik erfasst und über eine Kommunikationsverbindung 44 in dem Transportagenten 30 registriert. Der Transportagent 30 stellt fest, dass das Werkstück WSu unbekannt ist, woraufhin nach dem Zufallsprinzip über die Kommunikationsverbindung 46 ein Werkstückagent WAK aus den vorhandenen Werkstückagenten WA1 . . . WAn ausgewählt wird. Der Werkstückagent WAK nimmt über die Verbindung 48 Kontakt mit der Datenbank DB auf und entnimmt die für das Werkstück WSu spezifischen Daten, soweit diese in der Datenbank DB enthalten sind. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, dass das Werkstück WSu bzw. ein das Werkstück tragender Werkstückträger bereits die werkstückspezifischen Daten enthält. In diesem Fall würde der Werkstückagent WAK über die Verbindung 48 einen Datensatz in der Datenbank DB für das Werkstück WSu anlegen.

Diese erfindungsgemäße Verfahrensweise erlaubt die Einbindung unbekannter Werkstücke, wodurch die Flexibilität des Produktionssystems 10 erhöht wird.

Die Werkstückagenten WA1 . . . WAn sind so aufgebaut, dass eine Steuereinheit 50 die Funktion von mehreren "Threads" steuert, wobei jedem externen Agenten, wie z. B. Transportagent TA, Maschinenagent MA oder der Datenbank DB, ein "Thread" 52, 54, 56 zugeordnet ist. Ferner kommunizieren die Agenten WA, TA und MA untereinander und initialisieren sich gegenseitig. Die Rekonfiguration wird dadurch vereinfacht.

Eine weitere Erfindung mit eigenständigem Erfindungscharakter bezieht sich auf ein zwischen einem Maschinenagenten 58 und einer Maschinensteuerung 60 angeordnetes Interface 62. Die Maschinensteuerung 60 ist über eine Ein-/Ausgangsschnittstelle mit der Mechanik der Maschine 64 verbunden. Ferner umfasst die Maschinensteuerung 60 eine aus Monitor und Tastatur bestehende Eingabeeinheit 66, über die die Maschinensteuerung 60 durch einen Bediener 68 manuell bedienbar ist.

Ausgehend von einem Werkstückagenten 70 werden dem Maschinenagenten 58 Anfragen bzw. Aufträge über eine Kommunikationsverbindung 72 übermittelt. Anschließend überträgt der Maschinenagent 58 über eine Kommunikationsverbindung 74 ein Angebot an den Werkstückagenten 70 zurück. Die erhaltenen Aufträge bzw. Anfragen werden durch das Interface 62 in Befehle umgesetzt, die der Maschinensteuerung 60 übertragen werden, damit die gewünschten Bearbeitungsschritte an dem Werkstück durchgeführt werden. Dabei ist vorgesehen, dass das Interface 62 als virtuelle Nachbildung des Bedienerinterface 66 implementiert ist. Durch das Interface 62 wird der Vorteil erreicht, dass der Maschinenagent 58 mit jeder Maschine bzw. jeder Maschinensteuerung 60 zusammenarbeiten kann, da das Interface 62 auf alle Maschinenagenten gleich reagiert. Da das Interface 62 ähnlich zu der Eingabeeinheit 66 für eine Bedienerperson 68 aufgebaut ist, ist der Aufwand für das Interface 62 gering. Das Interface 62 kann als Software-Baustein in einer speicherprogrammierbaren Steuerung oder einem Personal Computer implementiert werden.

Durch die beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens-

weisen wird eine sehr flexible Produktionsautomatisierung erreicht. Insbesondere können Prototypen und Muster direkt auf einer endgültigen Anlage produziert werden, da die Bearbeitungsobjekte für jede Produktion neu hinterlegt werden. Darüberhinaus kann das gesamte System in kürzester Zeit an verschiedene Objekte angepasst werden. Insbesondere besteht die Möglichkeit des Aufbaus von dezentralen Datenbanken sowie der automatisierten Diagnose. Auch können die Inbetriebnahmezeiten drastisch reduziert werden. Gleiches gilt für Betriebsarten-Umschaltungen.

Wie schon zuvor erwähnt, hat ein Ausfall einer Maschine nur unwesentlichen Einfluß auf die Produktivität, da alle anderen Maschinen ungestört weiterarbeiten können. Die Werkstückagenten WA1 . . . WAn fragen während einer Ausschreibungsphase bei den Maschinenagenten MA nach, welche Objekte bearbeitet werden können. Defekte Maschinen bieten sich nicht zur Bearbeitung an, wodurch deren Arbeit von anderen, betriebsbereiten Maschinen mit übernommen wird.

Die ständige Erfassung von Produktions-Ist-Daten erlaubt eine optimierte Auswahl und bessere Auslastung der Bearbeitungsmaschinen, wodurch die Wirtschaftlichkeit und die Wiederverwendbarkeit von Ausrüstungen erhöht werden.

Nicht zuletzt können neue Maschinen ohne Umkonfiguration hinzugefügt werden und existierende Maschinen können entfernt werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann der Werkstückdurchsatz in dem Produktionssystem 10 von 50 auf 80% erhöht werden. Auch können Teilausfälle von Maschinen durch Alternativwege toleriert werden. Das Produktionssystem 10 wird insgesamt flexibel und zeichnet sich durch geringe Einrichtungskosten und niedrige Stauanfälligkeit aus.

Fig. 5 zeigt rein schematisch eine mögliche Ausführungsform der Verschiebeeinheit 20. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Transportbänder 76, 78 vorgesehen, die Werkstücke in Produktionsrichtung transportieren und ein Transportband 80, das Werkstücke entgegengesetzt zur Produktionsrichtung transportiert. Um einen kompakten Aufbau zu erreichen, sind die Transportbänder übereinander in unterschiedlichen Ebenen angeordnet. Im Ausführungsbeispiel spannen die Mittelachsen der Transportbänder ein gleichseitiges Dreieck auf. Selbstverständlich können auch weitere Transportbänder übereinander angeordnet werden, wobei in einer unteren Ebene zwei Transportbänder in Produktionsausrichtung und in einer darüberliegenden Ebene zwei Transportbänder in entgegengesetzter Produktionsrichtung verlaufen. Die Werkstücke WSx sind auf Werkstückträgern 82 abgelegt, die auf den Transportbändern 76, 78, 80 aufliegen. Die Verschiebeeinheit 20 besteht aus einer die Transportbänder umfangsseitig umfassenden Halterung 84, an der umfangsseitig Aufnahmevorrichtungen 86, 88 vorgesehen sind, die ein Werkstück WSx mit oder ohne Werkstückträger 82 aufnehmen bzw. erfassen können. Durch eine Drehung der vorzugsweise trommelartigen Halterung 84 in Richtung des Pfeils 90 wird das Werkstück WSx um einen Winkel  $\alpha$  bis zum gewünschten Transportband gedreht und kann anschließend auf dem Transportband 80 abgesetzt werden.

Entsprechend kann das Werkstück WSx' durch eine weitere Drehung von dem Transportband 80 auf das Transportband 76 umgesetzt werden. Die Aufnahmevorrichtungen 86, 88 sind derart angeordnet, dass das Werkstück bei Drehung der Halterung 84 seine Lage gegenüber der Horizontalen beibehält. Insbesondere können die Aufnahmevorrichtungen 86, 88 als Greifvorrichtungen bzw. als Rollbahnen ausgebildet sein.

1. Verfahren zur Überwachung eines Werkstückes (WSx) während eines Transport- und/oder Fertigungsprozesses mit zumindest einem dem Werkstück zugeordneten Werkstückagenten (WA1 . . . WAn), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ausfall eines einem Werkstück (WSx) zugeordneten Werkstückagenten (WA1 . . . WAn) erkannt wird, dass die Überwachung des Werkstückes (WSx) von einem weiteren Werkstückagenten (Wak) übernommen wird, wobei werkstückspezifische Daten des übernommenen Werkstückes (WSx) in dem die Überwachung übernehmenden Werkstückagenten (Wak) und/oder in einer Datenbank enthalten sind und in den Werkstückagenten übertragen werden. 5
2. Verfahren zur Überwachung eines Werkstückes (WSx) während eines Transport- und/oder Fertigungsprozesses mit zumindest einem dem Werkstück (WSx) zugeordneten Werkstückagenten (WA1 . . . WAn), dadurch gekennzeichnet, dass ein in den Transport- und/oder Fertigungsprozess neu eingeführtes Werkstück (WSx) vorzugsweise von einem Transportagenten (TA) erfasst und registriert wird, dass der Transportagent (TA) einen Werkstückagenten (WA1 . . . WAn) auswählt, der die Überwachung des Werkstückes (WSx) übernehmen soll und dass der Werkstückagent (WA1 . . . WAn) die dem neuen Werkstück (WSx) entsprechenden werkstückspezifischen Daten aus einer Datenbank (DB) entnimmt und/oder die werkstückspezifischen Daten aus einem mit dem Werkstück (WSx) gekoppelten Datenträger erhält. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einem Werkstückagenten (WA1 . . . WAn) mehrere Werkstücke (WS1 . . . WSx) zugeordnet sind, wobei werkstückspezifische Daten in dem jeweiligen Werkstückagenten (WA1 . . . WAn) abgelegt sind, dass der Ausfall des Werkstückagenten (WA1 WAn) von einem Transportagenten (TA) erkannt wird, der eigenständig einen funktionsbereiten weiteren Werkstückagenten (WA1 . . . WAn) zur Überwachung des Werkstückes auswählt und dass der weitere Werkstückagent (WA1 . . . WAn) überprüft, ob werkstückspezifische Daten des zu überwachenden Werkstückes (WSx) abgelegt sind und bei fehlenden werkstückspezifischen Daten eine Verbindung zu einer Datenbank (DB) und/oder einem Datenträger hergestellt wird, um die darin gespeicherten werkstückspezifischen Daten zu lesen. 25
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die werkstückspezifischen Daten in einem Datenträger wie Speicherbaustein oder einer Magnetcodierung enthalten sind, der mit dem Werkstück (WSx) oder mit einem das Werkstück (WSx) tragenden Werkstückträger verbunden ist. 30
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückagenten (WA1 . . . WAn) nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden. 35
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Werkstückagent (WA1 . . . WAn) kleinste Bearbeitungseinheiten eines Anwenderprogramms bzw. eines Betriebssystems (Threads) enthält, die jeweils einem Transportagenten, einem Maschinenagenten oder einem Datenbankagenten zugeordnet sind und von einer übergeordneten Steuereinheit gesteuert werden. 40
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden 45

den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Agenten als Hard- und/oder Software-Bausteine in einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS-basierte Agenten) und/oder als PC-Programm (PC-basierte Agenten) implementiert sind.

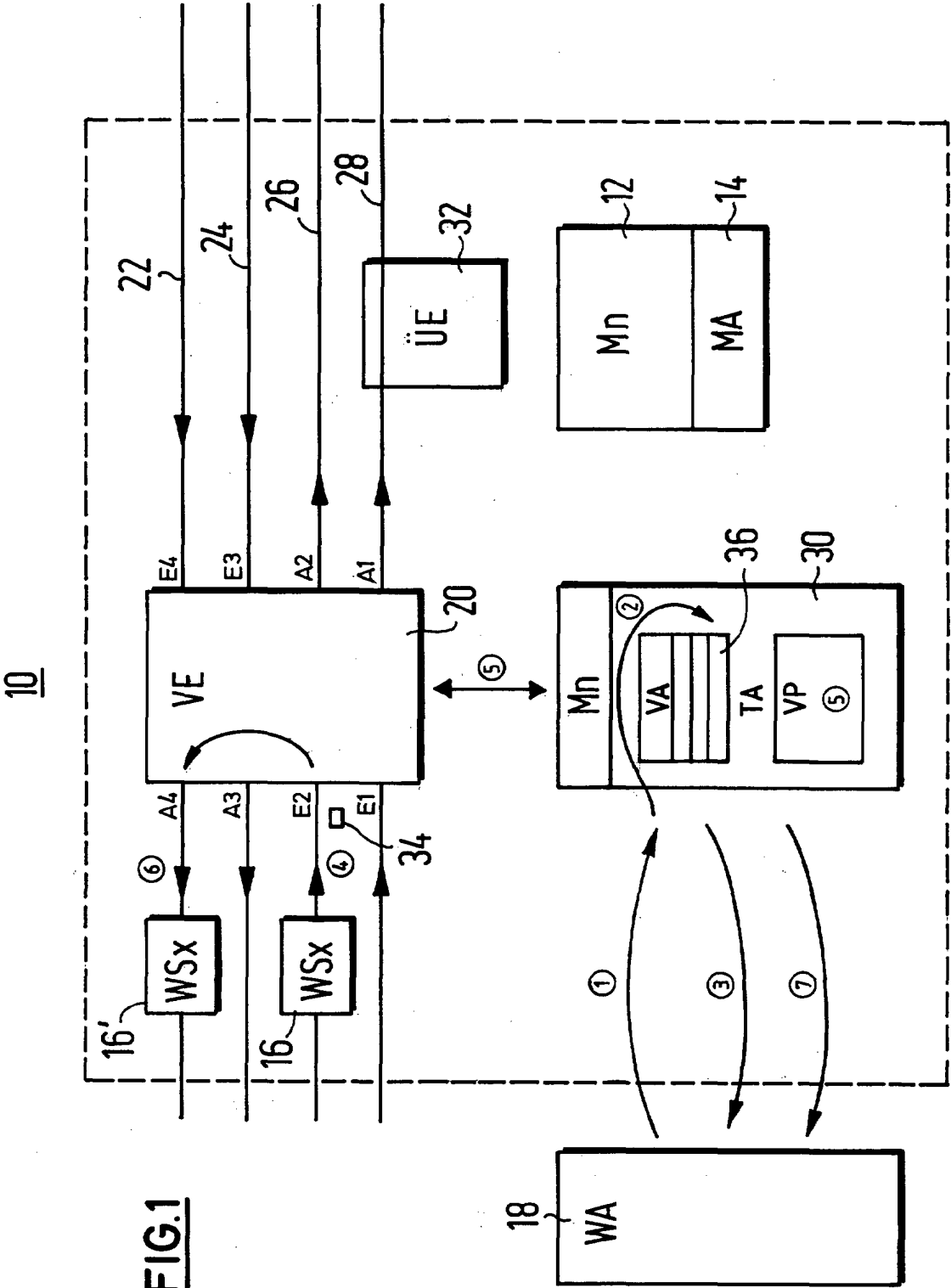
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass PC-basierte Agenten untereinander über DCOM-Interfaces kommunizieren.

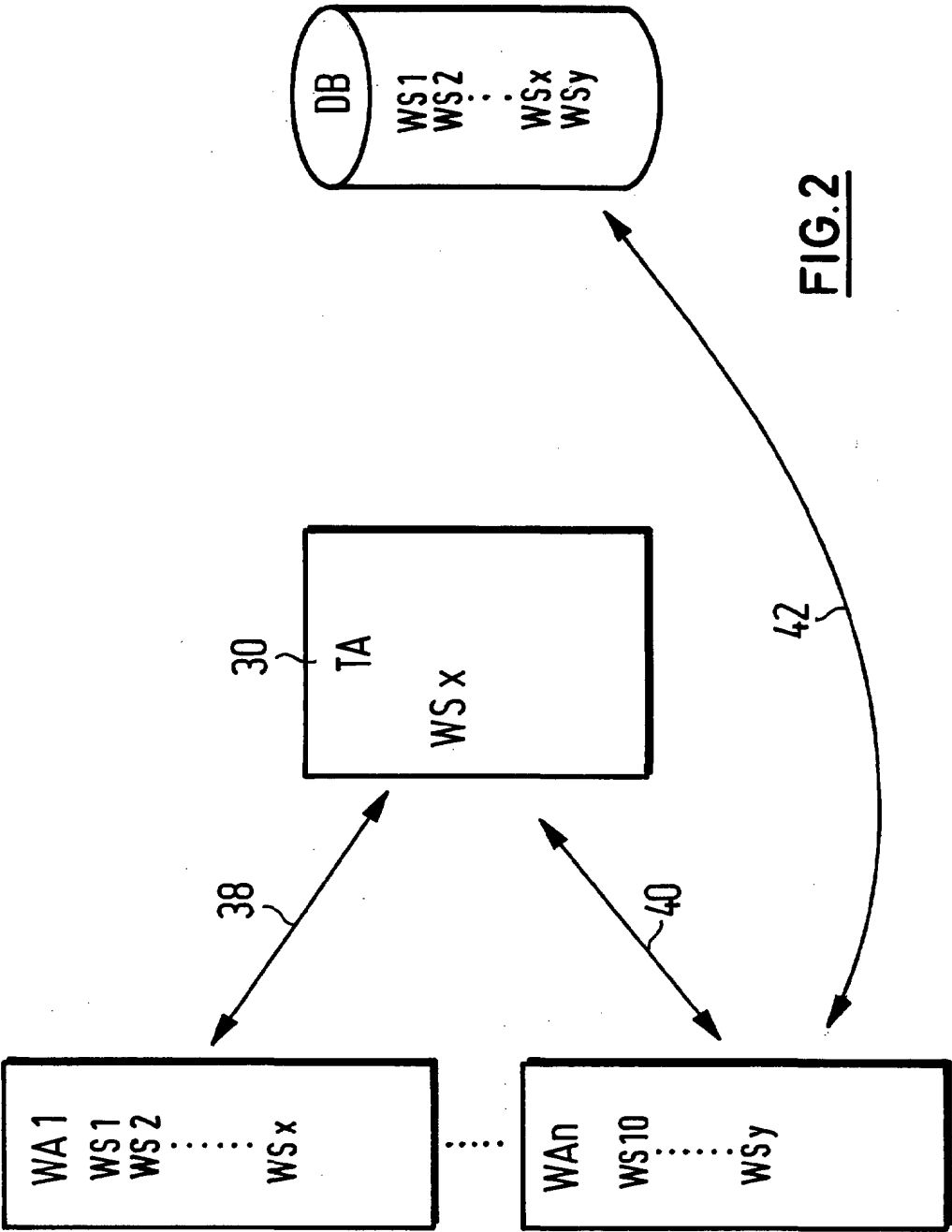
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass SPS-basierte Agenten untereinander über ein hardwarespezifisches Protokoll, insbesondere UNITE für SE-Steuernungen kommunizieren.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---







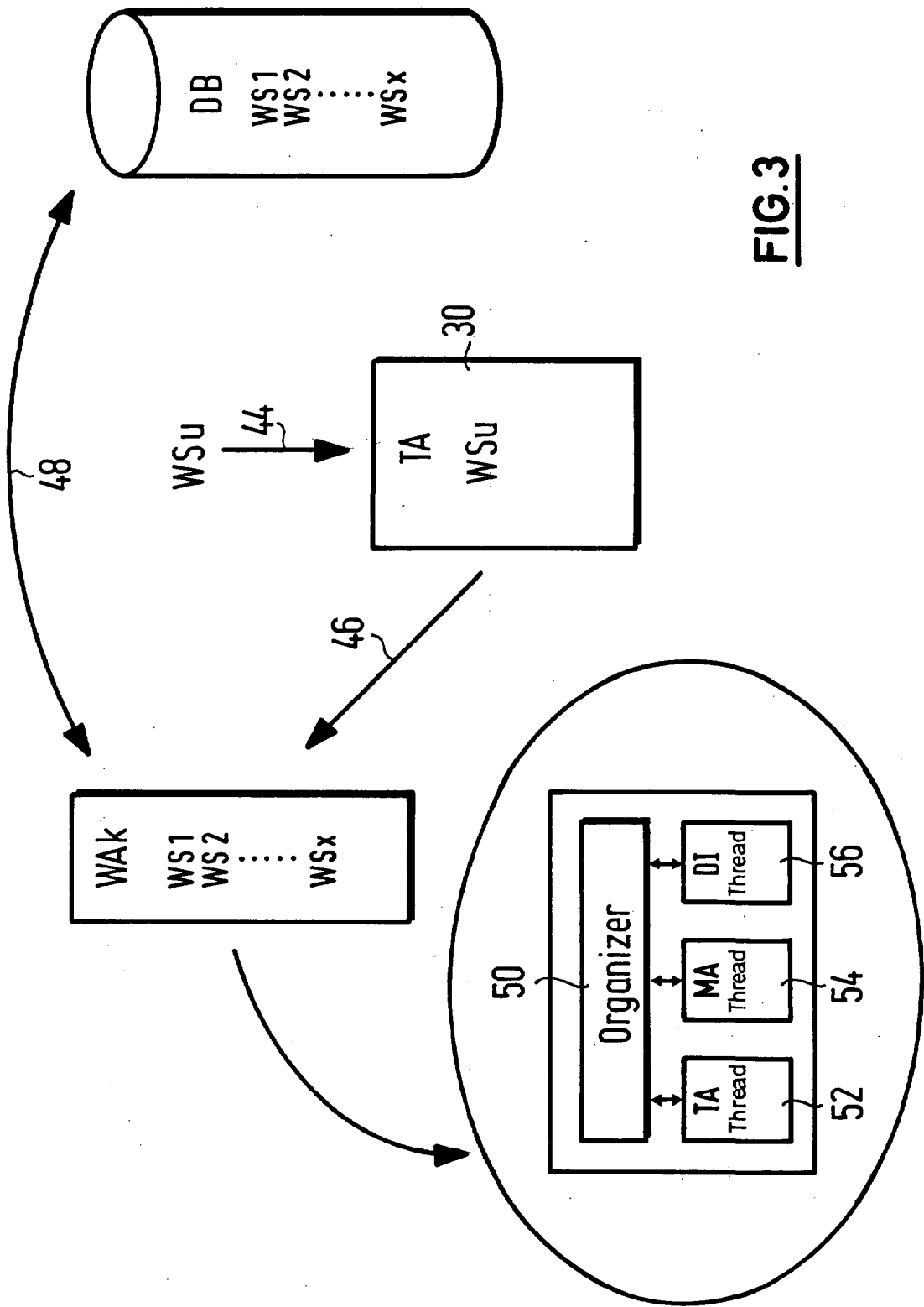
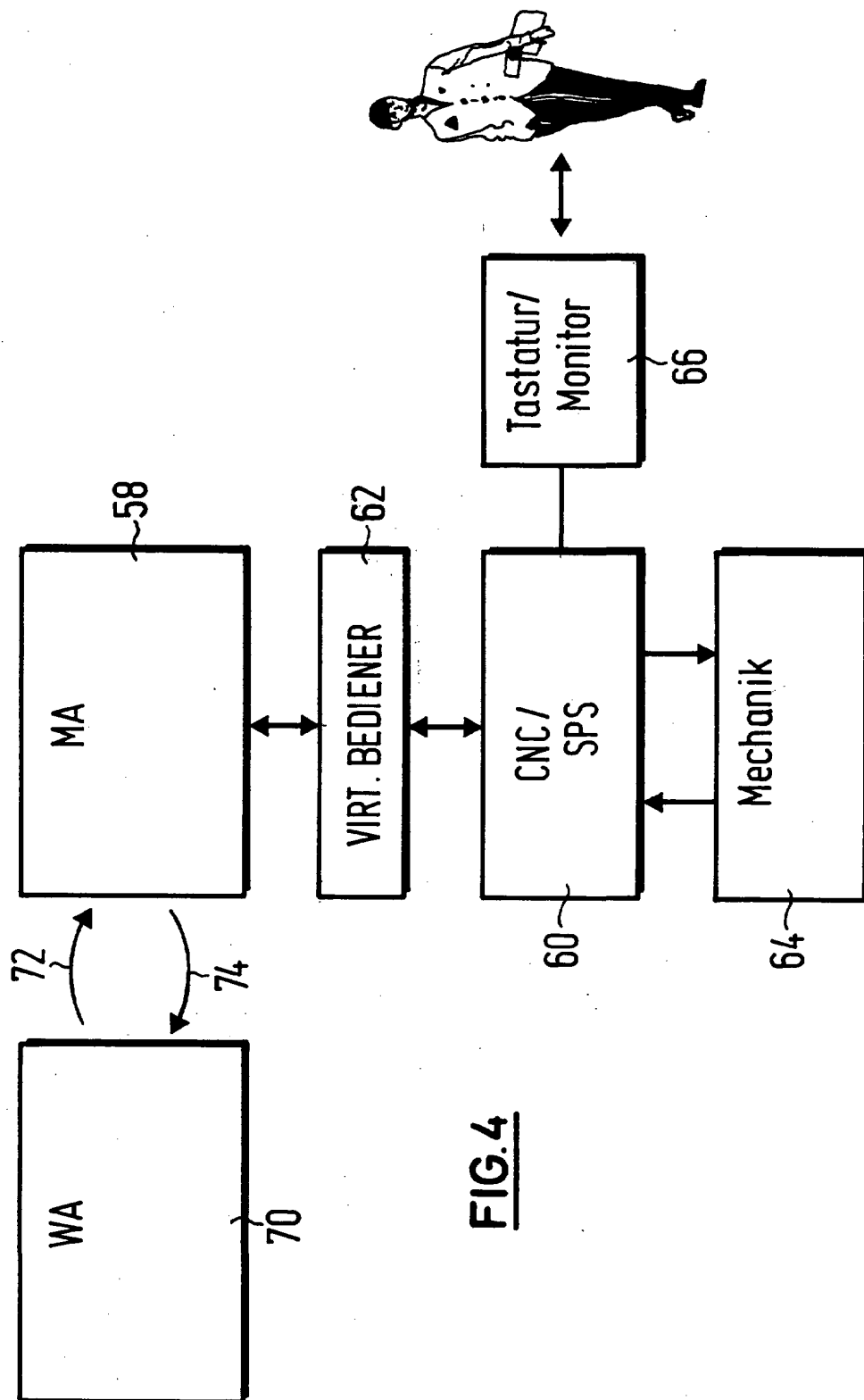


FIG.3



**FIG.4**

